

(43) Date of publication of application : 16.05.2003

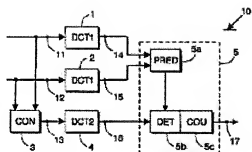
H03M 7/30

(71)Applicant : KONINKL PHILIPS ELECTRONICS
NV

(72)Inventor : RUOL VINCENT
GESNOT ARNAUD

Priority number : 2001 200113330 Priority date : 16.10.2001 Priority country : FR

SOLUTION: The present invention concerns the method of detecting blocking artifacts in video data encoded and then decoded according to a block based coding technique. The method comprises the steps of calculating a first discrete transformation of a first video data segment, calculating a second discrete transformation of a second video data segment, the second segment adjacent to the first segment, and calculating a discrete transformation of a concatenated video data segment corresponding to the concatenation of the first and second segments. It also comprises a step of calculating a blocking artifact level in the content of the first and second segments of transformed video data, and the concatenated segment of transformed video data. In this way a very precise blocking artifact detection method is obtained, able to be used in a post-processing or coding of the video data.



(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	チャート* (参考)
H 0 4 N 7/30		H 0 3 M 7/30	A 5 C 0 5 9
H 0 3 M 7/30		H 0 4 N 7/133	Z 5 J 0 6 4

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-300378 (P2002-300378)

(22) 出願日 平成14年10月15日 (2002.10.15)

(31) 優先権主張番号 0 1 1 3 3 3 0

(32) 優先日 平成13年10月16日 (2001.10.16)

(33) 優先権主張国 フランス (F R)

(71) 出願人 590000248

コーニンクレッカ フィリップス エレク
トロニクス エヌ ヴィ
Koninklijke Philips
Electronics N.V.
オランダ国 5621 ペーアー アインドー
フェン フルーネヴァウツウヅェハ 1
Groenewoudseweg 1,
5621 BA Eindhoven, Th
e Netherlands

(74) 代理人 100070150

弁理士 伊東 忠彦 (外3名)

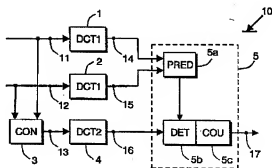
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ブロッキングアーチファクト検出方法

(57) 【要約】

【課題】 ブロッキングアーチファクトの検出精度を高めること。

【解決手段】 本発明は、ブロックベースの符号化技術により符号化されその後復号されたビデオデータからブロッキングアーチファクトを検出する方法に関する。本方法は、第1ブロックに属する第1のビデオデータセグメントの第1の離散変換を計算するステップと、第2ブロックに属する第2のセグメントの隣にある第2のビデオデータセグメントの第2の離散変換を計算するステップと、前記第1及び第2のセグメントの連結に相当するビデオデータの連結セグメントの離散変換を計算するステップとを含み、更に、前記変換された第1及び第2のビデオデータセグメント、及び、変換されたビデオデータの連結セグメントに基づいて、ブロッキングアーチファクトのレベルを計算するステップとを含む。これにより、非常に精度の高いブロッキングアーチファクト検出方法が得られ、ビデオデータの後処理や符号化処理に有用となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ブロックベースの符号化技術により符号化された後復号されたビデオデータからブロックングアーチファクトを検出する方法であって、

第1ブロックに属する第1のビデオデータセグメントの第1の離散変換を計算するステップと、

前第2ブロックに属する記第1のセグメントの隣にある第2のビデオデータセグメントの第2の離散変換を計算するステップと、

前記第1及び第2のセグメントの連結に相当するビデオデータの連結セグメントの離散変換を計算するステップと、

前記変換された第1及び第2のビデオデータセグメントから予測最大周波数を算出すると共に、変換されたビデオデータの連結セグメントの真の最大周波数が前記予測最大周波数より大きい場合に基本ブロックングアーチファクトを決定し、更に、少なくとも1つのブロックのセットに対して基本ブロックングアーチファクトの数をカウントすることで、ブロックングアーチファクトのレベルを計算するステップを含む、方法。

【請求項2】 事前に符号化するステップと、復号するステップと、符号化された後復号されたビデオデータからブロックングアーチファクトを検出する、請求項1記載のブロックングアーチファクト検出方法を含み、少なくとも1つのブロックのセットに対応する少なくとも1つの事前符号化パラメータを、当該セットの前記ブロックングアーチファクトレベルに応じて修正するステップを更に含む、ビデオデータ符号化方法。

【請求項3】 請求項1記載のブロックングアーチファクト検出方法を含み、

少なくとも1つのブロックのセットに、前記ブロックングアーチファクトレベルに応じて、選択的に複数フィルタのうちの1つのフィルタを適用するフィルタ処理ステップを更に含む、ビデオデータ後処理方法。

【請求項4】 ブロックベースの符号化技術により符号化された後復号されたビデオデータからブロックングアーチファクトを検出する装置であって、

第1ブロックに属する第1のビデオデータセグメントの第1の離散変換を計算する手段と、

前第2ブロックに属する記第1のセグメントの隣にある第2のビデオデータセグメントの第2の離散変換を計算する手段と、

前記第1及び第2のセグメントの連結に相当するビデオデータの連結セグメントの離散変換を計算する手段と、

前記変換された第1及び第2のビデオデータセグメントから予測最大周波数を算出すると共に、変換されたビデオデータの連結セグメントの真の最大周波数が前記予測最大周波数より大きい場合に基本ブロックングアーチファクトを決定し、更に、少なくとも1つのブロックのセットに対して基本ブロックングアーチファクトの数をカ

ウントすることで、ブロックングアーチファクトのレベルを計算する手段とを含む、装置。

【請求項5】 事前に符号化するユニットと、復号するユニットと、符号化された後復号されたビデオデータからブロックングアーチファクトを検出する、請求項4記載のブロックングアーチファクト検出装置を含み、少なくとも1つのブロックのセットに対応する少なくとも1つの事前符号化パラメータを、当該セットの前記ブロックングアーチファクトレベルに応じて修正するユニットを更に含む、ビデオデータ符号化装置。

【請求項6】 請求項4記載のブロックングアーチファクト検出装置を含み、

少なくとも1つのブロックのセットに、前記ブロックングアーチファクトレベルに応じて、選択的に複数フィルタのうちの1つのフィルタを適用するフィルタ処理ユニットを更に含む、ビデオデータ後処理装置。

【請求項7】 データ処理回路にロードされた際に、請求項1記載のブロックングアーチファクト検出方法を該データ処理回路に実行させる指令を含む、コンピュータプログラム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ブロックベースの符号化技術により符号化された後復号されたビデオデータからブロックングアーチファクトを検出する方法に関する。

【0002】本発明は、その適用範囲を特にビデオ圧縮分野において見出すことができ、圧縮技術は、例えばMPEG標準に基づくものであり、例えばビデオデータの後処理若しくは改善された符号化によりアーチファクトを補正することを目的としている。

【0003】

【従来の技術】ブロックベースの符号化技術を用いたビデオ圧縮アルゴリズムは、符号化された後復号される画像の画質を劣化させることがある。これらの符号化技術により最も通常的に観察される画像のアーチファクトは、ブロックングアーチファクト (blocking artifact) と称される。画質の劣化は、使用する符号化率に依存し、知覚不能なレベルから鑑賞者にとって非常に不快なレベルにまでなる。これらのブロックングアーチファクトは、特にDCT係数のブロックの量子化に起因しており、符号化率が低くなるほどすべて顕著になる。

【0004】ピクセルを含むデジタル画像中のブロックングアーチファクトを検出する方法として、以下の方法が提案されている (例えば、特許文献1参照)。この方法は、ピクセルの輝度値をグラディエントフィルタ処理し、フィルタ処理されたデータ、水平方向のy h及び垂直方向のy vを供給するステップと、フィルタ処理されたデータの絶対値y a h及びy a vを算出するステップと、前記絶対値の平均値、

【0005】

【外1】

$$\overline{x_{a_i}} \text{ 及 } \overline{x_{b_i}}$$

を算出するステップと、数1に基づいて、ここでは鉛直方向のブロッキングアーチファクトを検出するステップを含む。

【0006】

【数1】

$$\begin{cases} x_{a_i}[n,j] > x_{a_i}[n,j-1] + \frac{\overline{x_{a_i}}}{2} & \forall n \in [i+k], k \geq 7 \\ x_{a_i}[n,j] > x_{a_i}[n,j+1] + \frac{\overline{x_{a_i}}}{2} \end{cases}$$

【特許文献1】国際出願W001/20912（インテリナショナル・リファレンス：PHF99579）

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような方法は、すべてのブロッキングアーチファクトを検出しないという欠点を第1に有し、誤った検出をもちた場合があるという第2の欠点を有している。更に、このような方法は、サイズが少なくとも8個のピクセルの

ブロッキングアーチファクトしか検出しない。

【0007】本発明の目的は、より信頼性が高く、より正確な態様で、ブロッキングアーチファクトを検出することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的は、本発明によるビデオデータ処理方法であって、第1ブロックに属する第1のビデオデータセグメントの第1の離散変換を計算するステップと、前第2ブロックに属する第2のセグメントの隣にある第2のビデオデータセグメントの第2の離散変換を計算するステップと、前記第1及び第2のセグメントの連結に相当するビデオデータの連結セグメントの離散変換を計算するステップと、前記変換された第1及び第2のビデオデータセグメントから予測最大周波数を算出すると共に、変換されたビデオデータの連結セグメントの真の最大周波数が前記予測最大周波数より大きい場合に基本ブロッキングアーチファクトを決定し、更に、少なくとも1つのブロックのセットに対して基本ブロッキングアーチファクトの数をカウントすることと、ブロッキングアーチファクトのレベルを計算するステップとを含むことを特徴とする方法によって達成される。

【0009】本発明によれば、ブロッキングアーチファクトの検出でより微細な粒度を得ることが可能となる。これは、幾つかの水平方向及び鉛直方向のセグメントを含むブロックのセグメントに対応する基本ブロッキングアーチファクトの検出を高い信頼性で可能とすることに基づく。この際、例えば、nライン及びm個のビデオデータのブロックに対して、該ブロックのすべての水平方向のセグメントが考慮される場合、0からnの間のプロ

ッキングアーチファクトレベルが得られ、一方、先行技術では、該ブロック中のブロッキングアーチファクトの有無に対応する二値のみが与えられるだけである。

【0010】本発明のその他の目的は、上述のブロッキングアーチファクト検出方法を実現する装置であって、例えばハードウェアやソフトウェアを用いて、集積回路によりブロッキングアーチファクトを検出する装置を提供することである。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明を限定することのない図面を参照して、本発明の実施例について詳説する。本発明は、ブロッキングアーチファクト検出方法に関する。本発明は、ブロックベースの符号化技術により符号化されその後復号されるビデオデータを含む如何なるビデオ信号に対しても適用可能である。本例では、符号化技術は、MPEG標準であるが、例えば国際電気通信連合（ITU）の標準H.216やH.263のような、他の如何なるブロックベースの符号化技術であってよい。以下の説明において、ビデオデータは、好ましくは、デジタル画像を含むピクセルの輝度値であるが、当業者にとって、クロミナンス値が本ブロッキングアーチファクト検出法により処理できることは明らかである。

【0012】図1は、本発明によるブロッキングアーチファクト検出法を示している。本方法は、以下のステップを含んでいる。

【0013】第1のステップでは、第1のブロック（21）に属するN個のビデオデータ（10）の第1セグメントu（11）の第1の離散変換DCT1（1）を算出する。ここで、Nは、MPEGデータの場合には8に等しい整数である。これらの異なる要素が図2に示されている。本例では、離散変換は、離散コサイン変換DCTであるが、当業者にとって、離散変換が如何なるフーリエ変換であってよいことは明らかである。この離散変換の結果は、変換されたビデオデータの第1セグメントU（14）であり、以下の通りである。

【0014】

【数2】

$$U = DCT[u] = \{U(0), U(1), \dots, U(N-1)\}, \text{ 即ち、}$$

$$U(k) = \alpha(k) \sum_{n=0}^{N-1} u(n) \cos\left(\frac{\pi(2n+1)k}{2N}\right)$$

ここで、kは、変換されたデータアイテムUの周波数であり、

【0015】

【外2】

$$k \in [0, N-1].$$

である。

【0016】本検出方法は、また、第2のブロック（22）に属するN個のビデオデータ（10）の第2セグメントの第2の離散変換DCT2（2）を算出する。こ

で、第2セグメントは、第1セグメントに隣接する。この離散変換の結果は、変換されたビデオデータの第2セグメントU(15)であり、以下の通りである。

【0017】

【数3】

$$V = DCT(v) = \{V(0), V(1), \dots, V(N-1)\}, \text{即ち,}$$

$$V(k) = \alpha(k) \sum_{n=0}^{N-1} v(n) \cos\left(\frac{\pi(2n+1)k}{2N}\right).$$

本検出方法は、また、第1及び第2セグメントの連結CON(3)に対応する2N個のビデオデータ(13)の連結セグメントの離散変換DCT2を算出するステップを含む。この離散変換の結果は、変換されたビデオデータの連結セグメントW(16)であり、次の通りである。

【0018】

【数4】

$W = DCT(w) = \{W(0), W(1), \dots, W(2N-1)\}, \text{即ち,}$

$$W(k) = \frac{1}{\sqrt{2}} \alpha(k) \sum_{n=0}^{2N-1} w(n) \cos\left(\frac{\pi(2n+1)k}{4N}\right)$$

本検出方法は、最後に、変換されたビデオデータセグメントU、V、Wの中身に応じてブロックングアーチファクトレベル(17)を算出するステップ(5)を含む。この算出ステップは、以下のように、変換されたビデオデータ(14、15)の第1セグメントU(14)及び第2セグメント(15)の最大周波数k_{max}及び最大周波数k_{wmax}から予測最大周波数k_{wpred}を求める第1のサブステップPRED(5a)を含む。

【0019】

【数5】

$$\begin{aligned} k_{wpred} &= 2 \cdot \max(k_{umax}, k_{vmax}) + 2 \\ \text{with } k_{umax} &= \max\{k \in \{0, \dots, N-1\} / U(k) > T, \\ k_{vmax} &= \max\{k \in \{0, \dots, N-1\} / V(k) > T, \end{aligned}$$

ここで、Tはゼロより十分大きい閾値であり、maxは、与えられた値のセットの中からkの最大値を付与する関数である。

【0020】ブロックングアーチファクトレベル検出ステップは、変換されたビデオデータの連結セグメントW(16)の真の最大周波数k_{wmax}が、予測最大周波数k_{wpred}より十分大きい場合に、基本ブロックングアーチファクトを求める第2のサブステップDET(5b)を含む。ここで、最大周波数k_{wmax}は、

【0021】

【外3】

$$k_{wmax} = \max\{k \in \{0, \dots, 2N-1\} / W(k) > T\}$$

である。ブロックングアーチファクトレベル検出ステップは、最後に、ブロックングアーチファクト(17)のレベルLを求めるため、少なくとも1つのブロックのセ

ットに対して、基本ブロックングアーチファクトの数をカウントする第3のサブステップCOU(5c)を含む。特に効果的な実施例では、少なくとも1つのブロックのセットは、8×8のビデオデータのMPEGブロックからなる。潜在的な基本ブロックングアーチファクトは、図3に示すように、MPEGブロックの外周に分散される。水平方向(31、32)若しくは鉛直方向(33、34)のブロックングアーチファクトの場合がある。従って、基本ブロックングアーチファクトの数、及びそれぞれにブロックングアーチファクトのレベルは、かかる場合0と32の間である。ブロックが画像の境界に位置する場合、例えば画像の左上の場合、本方法は、ある基本ブロックングアーチファクト、即ちブロックの上に位置する水平方向のブロックングアーチファクト及びブロックの左側に位置する垂直方向のブロックングアーチファクトを検出できない、これらの境界での基本ブロックングアーチファクトの値は、ゼロに設定される。或いは、ミラー効果を用いることや、対称のブロックングアーチファクトと同一の値を当該基本ブロックングアーチファクトに付与することも可能である。好ましい実施

例では、少なくとも1つのブロックのセットは、16×16のビデオデータのMPEGマクロブロック、即ち4個のMPEGブロックからなる。潜在的な基本ブロックングアーチファクトは、図4に示すように、MPEGブロックの外周に分散される。水平方向(41乃至46)若しくは鉛直方向(401乃至406)のブロックングアーチファクトの場合がある。従って、基本ブロックングアーチファクトの数、及びそれぞれにブロックングアーチファクトのレベルは、かかる場合0と86の間であり、より良好な計測を可能とする。フル分解能(720ピクセルの576ライン)のデジタル画像に対して、ブロックングアーチファクトレベルを表現するマップを構築することは可能であり、このマップは、45行36列の行列L(i, j)に対応し、その係数は、0〜86の間である。当業者にとって、一方では水平方向のブロックングアーチファクトのレベルを他方では鉛直方向のブロックングアーチファクトのレベルを有し、従って、1つのマップが、水平方向のブロックングアーチファクトのレベルを表わし、他の1つのマップが、水平方向のブロックングアーチファクトのレベルを表わす2つのマップとなるような、他の実施例も効果的であることが、明らかである。また、本発明の観点から逸脱することなく、ある種のブロックングアーチファクトのみを考慮することも可能であり、若しくは、ブロックのあるセグメントのみを考慮することも可能である。

【0022】本ブロックングアーチファクト検出方法は、例えば集積回路において、ハードウェア若しくはソフトウェア又はそれらの組み合わせにより実現可能である。

【0023】ハードウェアでの実現によると、ブロック

7

ングアーチファクト検出装置は、上述のブロッキングアーチファクト検出方法のステップをそれぞれ実行する回路、当業者に特に知られた離散コサイン変換DCTを計算する回路を含む。本装置は、第1ブロックに属する第1のビデオデータセグメントの第1の離散変換を計算する回路と、前第2ブロックに属する第1のセグメントの隣にある第2のビデオデータセグメントの第2の離散変換を計算する回路と、前記第1及び第2のセグメントの連結に相当するビデオデータの連結セグメントの離散変換を計算する回路と、前記変換された第1及び第2のビデオデータセグメントから予測最大周波数を算出すると共に、変換されたビデオデータの連結セグメントの真の最大周波数が前記予測最大周波数より大きい場合に基本ブロッキングアーチファクトを決定し、更に、少なくとも1つのブロックのセットに対して基本ブロッキングアーチファクトの数をカウントすることで、ブロッキングアーチファクトのレベルを計算する回路とを含む。

【0024】ブロッキングアーチファクト検出方法の各ステップを適切にプログラムされた回路により実現することも可能である。プログラムメモリ内の指令のセットにより、回路によって上述のブロッキングアーチファクト検出方法の様々なステップが実行される。指令のセットは、当該指令のセットを含むディスクのような、データ媒体から読み出すことによりプログラムメモリ内にロードすることも可能である。この読み出しは、インターネットのような通信ネットワークにより実行することも可能である。かかる場合、サービスプロバイダーは、指令のセットを関心のある第3者にとって利用可能な状態とする。

【0025】ブロッキングアーチファクト検出方法は、とりわけビデオデータの後処理時に圧縮若しくは符号化において多くの適用が可能である。

【0026】次に、図5を参照して、本発明によるビデオデータ後処理方法の一例を説明する。本方法は、符号化された後事前に復号されたビデオデータの流れから少なくとも1つのブロッキングアーチファクトレベルマップを作成することができ、上述のブロッキングアーチファクトを検出する方法を含む。本方法は、また、少なくとも1つのブロックのセットに、そのブロッキングアーチファクトレベル(17)に応じて、フィルタのセット(53, 54, 55)の中から1つのフィルタを適用することができ、フィルタ処理されたビデオデータの流れを生む、フィルタステップ(52)を含む。本発明は、また、上記後処理方法を実現する後処理装置に関する。

【0027】少なくとも1つのブロックのセットが、16×16のビデオデータのMPEGマクロブロック、即ち4個のMPEGブロックからなる好ましい実施例では、3種類のフィルタが定義される。ブロッキングアーチファクトレベルが第1の所定の閾値T1(96レベル

8

が考えられる場合において32)より小さい場合、例えばF1:1/64[1 4 5 4 1]フィルタを用いて、ソフトフィルタが適用される。また、ブロッキングアーチファクトレベルが第1の所定の閾値と第2の所定の閾値(例えば64)との間にある場合、例えばF2:1/32[1 4 2 2 4 1]フィルタを用いて、より強力なフィルタが適用される。最後に、ブロッキングアーチファクトレベルが第2の所定の閾値より大きい場合、例えばF3:1/32[1 4 6 4 1]フィルタを用いて、強いフィルタが適用される。好ましくは、ブロックの境界に沿ったビデオデータのみがフィルタ処理される。ブロックの境界の両側の2つのビデオデータが異なるフィルタに対応している場合、好ましくは、よりソフトなフィルタが選択される。当然に、ブロッキングアーチファクトレベルの範囲のその他の分割や、フィルタのその他の選択も可能である。

【0028】次に図6を参照して、本発明によるビデオデータの符号化方法を説明する。本方法は、画像若しくはフレームに対応するビデオデータ(801)を予め符号化するステップPASS1(84)を含み、当該ステップは、当業者に知られた原理に基づく一定の量子化ステップqにより実行される。この事前符号化ステップから、中間の符号化ビデオデータ流れ(802)、及び、画像のマクロブロックを予め符号化するために用いられるビット数のような事前符号化パラメータ(803)が生まれる。これらの事前符号化パラメータは、ビデオデータ(801)を符号化するステップPASS2(82)の最中に使用され、当業者に知られた原理に基づいて最終の符号化ビデオデータ流れ(802)を搬送する。

【0029】本発明によれば、符号化ビデオデータ流れは、復号され(32)、上述のブロッキングアーチファクト検出方法(10)が、かくして復号された画像若しくはフレームに適用され、少なくとも1つのブロッキングアーチファクトレベルマップ(18)が生成される。次いで、少なくとも1つのブロックのセットに対応する一若しくはそれ以上の事前符号化パラメータが、そのブロッキングアーチファクトレベルに応じて修正される(64)。

【0030】好ましい実施例において、事前符号化ステップから得られる複雑度X(i, j)は、量子化ステップと符号化に使用されたビット数の積に等しく、画像中のマクロブロック位置(i, j)に対応しており、次のように修正され、修正複雑度が得られる。

【0031】

【数6】

$$Y(i,j)=C(i,j)X(i,j)$$

ここで、Cは、ブロッキングアーチファクトレベルL(i, j)に依存する係数である。

【0032】図7は、ブロッキングアーチファクトレベ

ルLに対する係数Cの3つの変化例を示している。即ち、1つは、2つの境界値CmaxとCmin（例えば、2と1）との間での線形変化（71）で、2つは、2つの境界値CmaxとCminとの間での非線形変化（72、73）である。

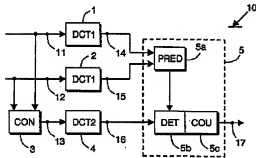
【0033】本発明は、また、上記符号化方法を実現する符号化装置に関する。

【0034】カッコ内の参照番号は、限定的に解釈されるべきでない。動詞“含む”は、他の構成要素やステップの存在があることを意図したものであり、また、単数表現は、複数の要素やステップの存在を排除すると解釈されるべきでない。

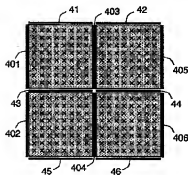
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるブロッキングアーチファクト検出方法の概略図である。

【図1】



【図4】



* 【図2】2つのブロックを分離する境界の両側に位置する2つの隣接するセグメントを示す図である。

【図3】1つのブロックのセットに対する潜在的なブロッキングアーチファクトを示す図である。

【図4】4つのブロックのセットに対する潜在的なブロッキングアーチファクトを示す図である。

【図5】本発明によるビデオデータ後処理方法の概略図である。

10 【図6】本発明によるビデオデータ符号化方法の概略図である。

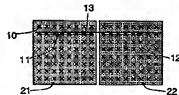
【図7】ビデオデータ符号化方法による事前符号化パラメータの3つの修正例を示す図である。

【符号の説明】

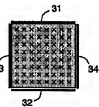
5 ブロッキングアーチファクトレベル検出部

10 ビデオデータ

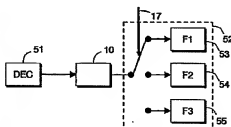
【図2】



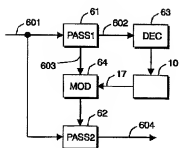
【図3】



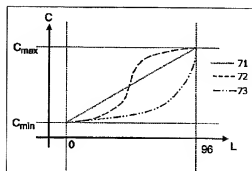
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 ヴァンサン リュオル
フランス国、75020 パリ、クール・ド・
ヴァンセンヌ 9

(72)発明者 アルノー ジェズノ
フランス国、78180 モンティニー・ル・
ブルトヌー、リュ・ド・シャンペリー 1

F ターム(参考) SC059 KK03 MA00 MA23 PP16 TA69
TB08 TC04 TD01 UA02 UA05
5J064 AA01 BA16 BE13 BC08 BC09
BC29 BD03